

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                    2 0 0 3 年   2 月 1 8 日  
Date of Application:

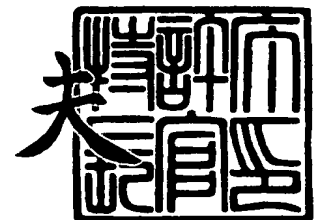
出 願 番 号                    特 願 2 0 0 3 - 0 4 0 0 7 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                    [ J P 2 0 0 3 - 0 4 0 0 7 7 ]

出 願 人                    N T N 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年   3 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P15-038

【提出日】 平成15年 2月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F16C 19/22

【発明の名称】 円筒ころ軸受

【請求項の数】 4

【発明者】

    【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6   NTN株式会社  
社内

    【氏名】 鳥澤 秀斗

【特許出願人】

    【識別番号】 000102692

    【氏名又は名称】 NTN株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100064584

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 江原 省吾

【選任した代理人】

    【識別番号】 100093997

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 田中 秀佳

【選任した代理人】

    【識別番号】 100101616

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 白石 吉之

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107423

【弁理士】

【氏名又は名称】 城村 邦彦

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100120949

【弁理士】

【氏名又は名称】 熊野 剛

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100121186

【弁理士】

【氏名又は名称】 山根 広昭

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019677

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 円筒ころ軸受

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外周に軌道面を有する内輪と、内周に軌道面を有する外輪と、内輪の軌道面と外輪の軌道面との間に転動自在に配された複数の円筒ころとを備え、前記内輪及び外輪のうち少なくとも一方の軌道面の両側にそれぞれ鍔部が設けられ、かつ、両側の鍔部のうち少なくとも一方の鍔面と軌道面とが交わる隅部にぬすみ溝が設けられ、鍔面がその基端部から先端部まで同一角度で傾斜した円筒ころ軸受において、

前記円筒ころの外周端縁部に形成された面取りの径方向寸法  $h_3$  を前記ぬすみ溝の軌道面からの径方向高さ  $h_1$  より小さくし、円筒ころの面取りと端面との間にだらし部を設けたことを特徴とする円筒ころ軸受。

【請求項 2】 前記だらし部は、前記ぬすみ溝の軌道面からの径方向高さを  $h_1$ 、円筒ころの転動面からだらし部と端面の境界部までの径方向寸法を  $h_2$ 、円筒ころの面取りの径方向寸法を  $h_3$ 、面取りとだらし部の境界部から円筒ころの端面までの軸方向寸法を  $\delta$  とした場合、

$$0.8 \leq h_2 / h_1$$

$$1 \leq \tan^{-1} [\delta / (h_2 - h_3)] \quad (^\circ)$$

からなる条件を満足する形状で規定されることを特徴とする請求項 1 に記載の円筒ころ軸受。

【請求項 3】 前記だらし部は、弾性砥石を円筒ころの端面に対して僅かに傾斜させた状態で当てることによる加工で形成されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の円筒ころ軸受。

【請求項 4】 工作機械の主軸装置に組み込まれたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の円筒ころ軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は円筒ころ軸受に関し、例えば工作機械、ジェットエンジンやガスター

ピン等に組み込まれ、高速回転軸を支持するのに好適な円筒ころ軸受に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

例えばマシニングセンタ、CNC旋盤やフライス盤等の工作機械の主軸装置は、ワークの加工効率や精度を高める等の理由から高速回転で運転される場合が多く、特に、最近では主軸回転速度のより高速化の傾向が顕著である。

#### 【0003】

一般に、工作機械の主軸装置において、主軸はハウジングに対して転がり軸受で回転自在に支持され、転がり軸受は、使用条件などに応じて、オイルミスト潤滑、エアオイル潤滑、ジェット潤滑、グリース潤滑などの潤滑方式によって潤滑される。また、転がり軸受としては、円筒ころ軸受やアンギュラ玉軸受などが使用される。

#### 【0004】

円筒ころ軸受は、一般に、外周に軌道面を有する内輪と、内周に軌道面を有する外輪と、内輪の軌道面と外輪の軌道面との間に転動自在に配された複数の円筒ころと、円筒ころを円周方向等間隔に保持する保持器とを備えている。

#### 【0005】

内輪の両側部にそれぞれ鏝部を備えている場合、内輪の各鏝部の鏝面と軌道面とが交わる隅部に、それぞれ、ぬすみ溝が設けられる。これらぬすみ溝は、主として、軌道面と鏝面を研削加工する際の逃げ溝として設けられるものである。また、円筒ころの転動面と両端面とが交わる角部には、それぞれ、面取りが設けられる。さらに、軸方向に対向する鏝面間の軸方向寸法は円筒ころの長さ寸法よりも僅かに大きく設定され、これにより円筒ころと鏝部との間に案内隙間が確保される。

#### 【0006】

前述したような円筒ころ軸受は、円筒ころの転動面と軌道輪（内外輪）の軌道面とが線接触するため、ラジアル荷重の負荷能力が高く、高速回転にも適しているが、その反面、玉軸受に比べて高速回転時の発熱量が大きく、とりわけ、円筒ころと鏝部との滑り接触部に発熱増大や摩耗が生じ易いという問題を抱えている

。

**【0007】**

すなわち、円筒ころは前述の案内隙間分だけ傾きの自由度を持っており、軸受回転時、円筒ころの軸線が軸受の軸線に対して傾く現象、すなわちスキューが発生することが避けられない。そして、円筒ころがスキューを起こすと、回転側の軌道面によって与えられる駆動力に軸方向成分が発生し、これが軸方向推力Fとなって円筒ころの端部を一方の鏝部に押し付ける。これにより、円筒ころと鏝部との滑り接触部位の摩擦抵抗が増大して、円筒ころの端部および鏝部が発熱、摩耗することがある。

**【0008】**

このような問題に対して、従来より種々の改善策が提案されている。例えば、ぬすみ溝の高さ寸法を円筒ころの面取りの高さ寸法よりも大きくすると共に、軸方向外側に所定の角度をもって広がったテーパ面を鏝面に設けることにより、前述した滑り接触部の潤滑状態を改善するものがある（例えば、特許文献1参照）。

。

**【0009】**

また、円筒ころがスキューを起こしたときに、円筒ころの両端面外周縁部が鏝面の先端縁よりも基端に寄った部分で接触するような構成とすることにより、円筒ころの両端面外周縁部が鏝面の先端縁と接触する場合に比較して、上記滑り接触部のエッジロードが小さくなるようにするものがある（例えば、特許文献2参照）。

**【0010】****【特許文献1】**

特公昭58-43609号公報

**【特許文献2】**

特開平7-12119号公報

**【0011】****【発明が解決しようとする課題】**

ところで、前述したように円筒ころは案内隙間分だけ傾きの自由度を持ってお

り、軸受回転時、円筒ころは最大スキュー角  $\theta_{MAX}$  の範囲内で時々刻々とその姿勢を変えながら自転及び公転運動を行う。ここで、最大スキュー角  $\theta_{MAX}$  とは、円筒ころの両端面外周縁部が軌道面両側の鏝部に接触し、円筒ころのスキュー角の自由度のうち、最大のスキュー角となった状態のことを意味する。

#### 【0012】

図10に模式的に示すように円筒ころ23が最大スキュー角  $\theta_{MAX}$  未満のスキュー角  $\theta$  でスキューを起こしているとき、その円筒ころ23は前述した軸方向推力  $F$  によって軸方向の一方側に押され、一方の鏝部21bに押し付けられた状態で案内されながら転動する。その際、円筒ころ23と鏝部21bとの接触状態は、スキュー角  $\theta$  ( $0 < \theta_T < \theta_U < \theta_{MAX}$ ) によって次のように変化する。

#### 【0013】

すなわち、スキュー角  $\theta$  が  $0 < \theta \leq \theta_T$  の範囲では、図11に示すように円筒ころ23の端面23bと面取り23cとの境界部  $R_{13}$  が、鏝面21b<sub>1</sub>とぬすみ溝21cとの境界部  $R_{11}$  と接触し（接触点を黒●で示す）、スキュー角  $\theta$  が  $\theta_T < \theta < \theta_U$  の範囲では、図12に示すように円筒ころ23の端面23bと面取り23cとの境界部  $R_{13}$  が鏝面21b<sub>1</sub>と接触する（接触点を黒●で示す）。そして、スキュー角  $\theta$  が  $\theta_U$  に近付くと、円筒ころ23の端面23bと面取り23cとの境界部  $R_{13}$  が、鏝面21b<sub>1</sub>と面取り21b<sub>3</sub>との境界部  $R_{12}$  と接触する（図示省略）。その後、円筒ころ23の両端部が両鏝部21bとそれぞれ接触して最大スキュー角  $\theta_{MAX}$  に達する（図示省略）。

#### 【0014】

図13は、円筒ころ23のスキュー角  $\theta$  と、円筒ころ23と鏝部21bとの接触面圧  $P$  との関係（実線）、および円筒ころ23に作用する軸方向推力  $F$  との関係（点線）を示している。同図に示すように軸方向推力  $F$  はスキュー角  $\theta$  の増大に伴って大きくなる。

#### 【0015】

$0 < \theta \leq \theta_T$  の範囲において、接触面圧  $P$  がスキュー角  $\theta$  の増大に伴い比較的急激な勾配で上昇する現象が起こる。これは、円筒ころ23と鏝部21bとが境界部  $R_{13}$  と境界部  $R_{11}$  とで接触すること（図11に示す状態）、軸方向推力  $F$  が

スキュー角  $\theta$  の増大に伴って大きくなることと関係している。特に、 $\theta_0 \leq \theta \leq \theta_T$  の範囲（同図にクロスハッチングで示す領域）では、接触面圧  $P$  がその接触部位に摩耗が発生する面圧レベル  $P_0$  以上になることが試験により確認されている。

#### 【0016】

スキュー角  $\theta$  が  $\theta_T$  を超えると、接触面圧  $P$  は円筒ころ 23 と鏝部 21b との接触部に摩耗が発生する面圧レベル  $P_0$  以下の値に減少し、その後はスキュー角  $\theta$  の増大にかかわらず比較的低い値で安定した推移を示す。これは、円筒ころ 23 と鏝部 21b との接触状態が、境界部  $R_{13}$  と境界部  $R_{11}$  との接触（図 11 に示す状態）から、境界部  $R_{13}$  と鏝面 21b<sub>1</sub> との接触（図 12 に示す状態）に移行したことと関係している。

#### 【0017】

スキュー角  $\theta$  が  $\theta_U$  に近づくと、図 13 に示すように接触面圧  $P$  は再び急激な上昇に転じ、 $\theta_U$  に達した時点から面圧レベル  $P_0$  以上の値となる。これは、円筒ころ 23 と鏝部 21b との接触状態が、境界部  $R_{13}$  と鏝面 21b<sub>1</sub> との接触（図 12 に示す状態）から、境界部  $R_{13}$  と境界部  $R_{12}$  との接触状態に移行したことと関係している。

#### 【0018】

前述したように円筒ころと鏝部との接触面圧  $P$  は、最大スキュー角  $\theta_{MAX}$  に達する前の段階、すなわちスキュー角  $\theta$  が  $\theta_0 \leq \theta \leq \theta_T$ 、 $\theta_U \leq \theta < \theta_{MAX}$  の範囲で、円筒ころ 23 と鏝部 21b との接触部に摩耗が発生する面圧レベル  $P_0$  以上の値になっており、このことが接触部の発熱や摩耗の大きな要因となっていると考えられる。

#### 【0019】

しかしながら、前述した特許文献 1 に開示された発明では、前述した現象に対する認識はなく、その改善策を提案したものではない。また、特許文献 2 に開示された発明では、最大スキュー角  $\theta_{MAX}$  での、円筒ころの両端面外周縁部と鏝面との接触状態を規定したものであり、 $\theta_0 \leq \theta \leq \theta_T$  の段階で生じる前述の発熱や摩耗に対する認識はなく、その改善策を提案したものではない。



## 【0020】

$\theta_0 \leq \theta \leq \theta_T$ の段階で生じる前述の発熱や摩耗は、内外輪の一方にのみ鍔部を有する形式の円筒ころ軸受（例えばNU型、N型など）を負のラジアル内部隙間（予圧状態）で高速運転する場合に発生し易い。内外輪の一方にのみ鍔部を有する形式の円筒ころ軸受はアキシャル荷重を負荷しないため、円筒ころのスキューは、軸受取り付け時のミスアライメントや軸受の軌道面の僅かな形状誤差などが原因となって発生する。そのため、そのスキュー角度はごく僅かで  $\theta_0 \leq \theta \leq \theta_T$  となる確率が高く、円筒ころと鍔部の接触部の面圧は、摩耗が発生する面圧レベル  $P_0$  以上の値になる状態が多いことが、試験により確認されている。さらに、高速運転されると、円筒ころと鍔部の接触部の滑り速度が高いため、容易に発熱や摩耗が進行してしまう。

## 【0021】

本発明は、以上の知見に基づいて円筒ころ軸受の改良を図るものである。

## 【0022】

すなわち、本発明の課題は、円筒ころと鍔部との接触面圧、特に円筒ころのスキュー角が  $\theta_0 \leq \theta \leq \theta_T$  の範囲内での接触面圧を低減することにより、円筒ころの端部と鍔部の発熱や摩耗を抑制して、より高速回転に適した円筒ころ軸受を提供することにある。

## 【0023】

## 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するための技術的手段として、本発明は、外周に軌道面を有する内輪と、内周に軌道面を有する外輪と、内輪の軌道面と外輪の軌道面との間に転動自在に配された複数の円筒ころとを備え、前記内輪及び外輪のうち少なくとも一方の軌道面の両側にそれぞれ鍔部が設けられ、かつ、両側の鍔部のうち少なくとも一方の鍔面と軌道面とが交わる隅部にぬすみ溝が設けられ、鍔面がその基端部から先端部まで同一角度で傾斜した円筒ころ軸受において、前記円筒ころの外周端縁部に形成された面取りの径方向寸法  $h_3$  を前記ぬすみ溝の軌道面からの径方向高さ  $h_1$  より小さくし、円筒ころの面取りと端面との間にだらし部を設けたことを特徴とする。

**【0024】**

ここで、だらし部とは、円筒ころの端面外周縁部の断面形状を円弧とし、その円弧の曲率半径が径方向に沿って漸次変化させた形状を有する。なお、だらし部の形成には、弾性砥石を円筒ころの端面に対して僅かに傾斜させた状態で当てることによる加工が好適である。

**【0025】**

このだらし部は、前記ぬすみ溝の軌道面からの径方向高さを  $h_1$ 、円筒ころの転動面からだらし部と端面の境界部までの径方向寸法を  $h_2$ 、円筒ころの面取りの径方向寸法を  $h_3$ 、面取りとだらし部の境界部から円筒ころの端面までの軸方向寸法を  $\delta$  とした場合、

$$0.8 \leq h_2 / h_1$$

$$1 \leq \tan^{-1} [\delta / (h_2 - h_3)] \text{ (}^\circ\text{)}$$

からなる条件を満足する形状で規定される。

**【0026】**

本発明では、前記構成としたことにより、スキュー角が  $\theta_0 \leq \theta \leq \theta_T$  の範囲となった場合に生じる従来の問題、つまり、円筒ころの端面と面取りとの境界部が鏝面とぬすみ溝との境界部と接触する現象を回避でき、円筒ころ端部および鏝部の発熱、摩耗を防止することができる。

**【0027】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施形態を図面に従って詳述する。

**【0028】**

図2は、マシニングセンタ、研削盤等の工作機械における主軸装置の一構造例を示している。同図に示す主軸装置は、ビルトイン・タイプと呼ばれているのもので、内蔵したモータ10によって主軸11を高速で回転駆動する方式のものである。モータ10は主軸装置の軸方向中央部に配設され、主軸11の外周に設けられたロータ10aとハウジング12の内周に設けられたステータ10bとで構成される。ステータ10bに電流を通じると、ロータ10aとの間に励磁力が発生し、その励磁力によって主軸11が高速で回転駆動される。

**【0029】**

主軸 11 の回転は、モータ 10 を挟んでフロント側（工具側）とリア側（反工具側）にそれぞれ配置された転がり軸受でハウジング 12 に対して回転自在に支持される。通常、リア側の転がり軸受部は、運転時の熱による主軸 11 の軸方向膨張量を吸収し又は逃がすため、軸方向に変位可能な構造になっている（自由側）。この例では、フロント側の転がり軸受として組合せアンギュラ玉軸受（一对のアンギュラ玉軸受）13 を使用し、リア側の転がり軸受として単列の円筒ころ軸受 14 を使用している。

**【0030】**

図 3 は、リア側に配置される円筒ころ軸受 14 を示している。この円筒ころ軸受 14 は、外周に軌道面 1 a を有する内輪 1 と、内周に軌道面 2 a を有する外輪 2 と、内輪 1 の軌道面 1 a と外輪 2 の軌道面 2 a との間に転動自在に配された複数の円筒ころ 3 と、円筒ころ 3 を円周方向等間隔に保持する保持器 4 とを備えている。内輪 1 の軌道面 1 a の両側部には、それぞれ、鏝部 1 b が設けられている。なお、保持器 4 は、樹脂材で形成することができる。

**【0031】**

円筒ころ軸受 14 は、内輪 1 を主軸 11 の外周に嵌合され、外輪 2 をハウジング 12 の内周に嵌合される。運転時のラジアル内部隙間は例えば負隙間であり、軸受内部はオイルミスト潤滑、エアオイル潤滑、ジェット潤滑、グリース潤滑などの潤滑方式によって潤滑される。

**【0032】**

主軸装置に内蔵されたモータ 10 によって主軸 11 が高速で回転駆動されると、その回転が、フロント側のアンギュラ玉軸受 13 とリア側の円筒ころ軸受 14 でハウジング 12 に対して回転自在に支持される。また、運転時の温度上昇によって、主軸 11 が軸方向に熱膨張すると、その軸方向膨張量が、円筒ころ軸受 14 の外輪 2 と円筒ころ 3 との間のスライド変位によって吸収され又は逃がされる。

**【0033】**

なお、本発明を単列円筒ころ軸受に適用する場合、適用可能な軸受形式には、

N形（内輪両鍔）、NU形（外輪両鍔）、NF形（内輪両鍔、外輪片鍔）、NJ形（内輪片鍔、外輪両鍔）、NUP形（内輪の両鍔のうち片側を別体の鍔輪で構成、外輪両鍔）など、種々の公知の軸受形式が含まれる。鍔部を別体の鍔輪で構成する場合、その鍔面と軌道面との間の隅部に逃げ溝も設けないこともある。また、本発明は複列又は多列円筒ころ軸受にも適用することができ、その場合も種々の公知の軸受形式を採用することができる。

#### 【0034】

この実施形態では、図1に拡大して示すように内輪1の各鍔部1bの鍔面1b<sub>1</sub>と軌道面1aとが交わる隅部には、それぞれ、ぬすみ溝1cが設けられている。これらぬすみ溝1cは、主に、軌道面1aと鍔面1b<sub>1</sub>を研削加工する際の逃げ溝として設けられるものである。この実施形態において、鍔面1b<sub>1</sub>は外径方向に向かって漸次開く方向に傾斜したテーパ面になっており、鍔面1b<sub>1</sub>と鍔部1bの外径面1b<sub>2</sub>とが交わる角部には面取り1b<sub>3</sub>が設けられている。

#### 【0035】

一方、円筒ころ3の転動面3aと両端面3bとが交わる角部には、それぞれ、面取り3cが設けられている。また、この円筒ころ3の外周端縁部に形成された面取り3cの径方向寸法h<sub>3</sub>をぬすみ溝1cの軌道面1aからの径方向高さh<sub>1</sub>より小さくする。さらに、円筒ころ3の面取り3cと端面3bとの間にだらし部3dを設ける。

#### 【0036】

ここで、径方向寸法h<sub>1</sub>は、内輪1の軌道面1aの位置から、ぬすみ溝1cと鍔面1b<sub>1</sub>との境界部R<sub>1</sub>までの寸法である。また、径方向寸法h<sub>2</sub>は、円筒ころ3の転動面3aと面取り3cとの境界部R<sub>4</sub>の位置から、だらし部3dと端面3bとの境界部R<sub>5</sub>までの寸法である。また、径方向寸法h<sub>3</sub>は、転動面3aと面取り3cとの境界部R<sub>4</sub>の位置から、面取り3cとだらし部3dとの境界部R<sub>3</sub>までの寸法である。なお、境界部R<sub>1</sub>～R<sub>5</sub>は、接触面圧を低減するため、曲面、例えば曲率半径0.1～0.3mmの円弧面で構成して、隣接する面と滑らかに連続させるのが好ましい。

#### 【0037】

円筒ころ 3 の面取り 3 c の径方向寸法  $h_3$  をぬすみ溝 1 c の軌道面 1 a からの径方向高さ  $h_1$  より小さくする理由を以下に詳述する。

**【0038】**

例えば、円筒ころ 3 の面取り 3 c の径方向寸法  $h_3$  をぬすみ溝 1 c の軌道面 1 a からの径方向高さ  $h_1$  より大きくすると、円筒ころ 2 3 (図 1 2 参照) のようにその円筒ころ 2 3 がスキューしていない状態でその端面 2 3 b と面取り 2 3 c との境界部  $R_{13}$  が鍔面 2 1 b<sub>1</sub> に接触する。通常、面取り 2 3 c は鍛造によって加工されるため、境界部  $R_{13}$  は形状精度が悪い。円筒ころ 2 3 がスキューを起こしていない状態から、形状精度が悪い境界部  $R_{13}$  が鍔面 2 1 b<sub>1</sub> に接触する場合、円筒ころ 2 3 に異常な振動が発生し、 $R_{13}$  に摩耗が生じることを試験で確認している。それ故に、この実施形態では、円筒ころ 3 の面取り 3 c の径方向寸法  $h_3$  をぬすみ溝 1 c の軌道面 1 a からの径方向高さ  $h_1$  より小さくした。

**【0039】**

前述のだらし部 3 d は、ぬすみ溝 1 c の軌道面 1 a からの径方向高さを  $h_1$ 、円筒ころ 3 の転動面 3 a からだらし部 3 d と端面 3 b の境界部  $R_5$  までの径方向寸法を  $h_2$ 、円筒ころ 3 の面取り 3 c の径方向寸法を  $h_3$ 、面取り 3 c とだらし部 3 d の境界部  $R_3$  から円筒ころ 3 の端面 3 b までの軸方向寸法を  $\delta$  とした場合、

$$0.8 \leq h_2 / h_1$$

$$1 \leq \tan^{-1} [\delta / (h_2 - h_3)] \quad (^\circ)$$

からなる条件を満足する形状で規定される。

**【0040】**

なお、だらし部 3 d は、図 4 に示すように弾性砥石 5 を円筒ころ 3 の端面 3 b に対して僅かな角度  $\alpha$  だけ傾斜させた状態で当てることによる加工で製作することが可能である。

**【0041】**

円筒ころ 3 の面取り 3 c と端面 3 b との間にだらし部 3 d を設けたことにより、スキュー角  $\theta$  が  $0 < \theta \leq \theta_T$  ( $\theta_0 \leq \theta$  を含む) の範囲となった場合に生じる従来の問題、つまり、円筒ころ 2 3 の端面 2 3 b と面取り 2 3 c との境界部  $R_{13}$  が鍔面 2 1 b<sub>1</sub> とぬすみ溝 2 1 c との境界部  $R_{11}$  と接触する現象 (図 1 1 参照) を

回避できることについて、図5 (a) ~ (e) に基づいて詳述する。

【0042】

同図 (b) (c) は、同図 (a) に示すように円筒ころ 23 の切断面 A と境界部  $R_{11}$  を軸受の外径方向から軸受中心に向かって観察した従来品を示し、同図 (d) (e) は、同図 (a) に示すように円筒ころ 3 の切断面 A と境界部  $R_1$  を軸受の外径方向から軸受中心に向かって観察した本発明品を示す。

【0043】

従来品では、同図 (b) (c) に示すように円筒ころ 23 がスキュー角  $0 < \theta \leq \theta_T$  ( $\theta_0 \leq \theta$  を含む) の範囲でスキューした時、その端面 23 b と面取り 23 c との境界部  $R_{13}$  が鍔面 21 b<sub>1</sub> とぬすみ溝 21 c との境界部  $R_{11}$  と接触することを示している。この場合、円筒ころ 23 と鍔部 21 b の両エッジが接触しているため、接触面圧が大きくなり異常な発熱や摩耗をおこしてしまう。

【0044】

これに対して、本発明品では、同図 (d) (e) に示すように円筒ころ 3 がスキュー角  $0 < \theta \leq \theta_T$  ( $\theta_0 \leq \theta$  を含む) の範囲でスキューした時、だらし部 3 d が鍔面 1 b<sub>1</sub> とぬすみ溝 1 c との境界部  $R_1$  と接触することを示している。この場合、従来品のようなエッジ部同士の接触を回避する事ができるため接触面圧は小さく、異常な発熱や摩耗は発生しない。

【0045】

前記だらし部 3 d を形成するための条件を、 $0.8 \leq h_2/h_1$ 、 $1 \leq \tan^{-1} [\delta / (h_2 - h_3)]$  (  $h_1$ : ぬすみ溝 1 c の軌道面 1 a からの径方向高さ、 $h_2$ : 円筒ころ 3 の転動面 3 a からだらし部 3 d と端面 3 b の境界部  $R_5$  までの径方向寸法、 $h_3$ : 円筒ころ 3 の面取り 3 c の径方向寸法、 $\delta$ : 面取り 3 c とだらし部 3 d の境界部  $R_3$  から円筒ころ 3 の端面 3 b までの軸方向寸法) とした理由は、以下のとおりである。

【0046】

通常、円筒ころ 3 の径方向寸法  $h_3$  は、径方向寸法  $h_1$  に対して  $0.5 \leq h_3/h_1 \leq 0.9$  程度の関係にあり、 $h_3/h_1 = 0.5$  の場合であっても、円筒ころ 3 のだらし部 3 d の径方向幅 ( $h_2 - h_3$ ) が確保できるように  $h_2/h_1$  の下限値

を 0.8 とした。

#### 【0047】

また、通常の円筒ころ軸受 3 は、最大スキュー角  $\theta_{MAX}$  であっても約 0.5 ~ 1° 程度の角度しかなく、円筒ころ 3 のだらし部 3 d の径方向幅 ( $h_2 - h_3$ ) と軸方向寸法  $\delta$  で形成される三角形 (図 6 参照) の頂角  $\theta_1$  が 1° 以上であれば、円筒ころ 3 がスキュー角  $0 < \theta \leq \theta_T$  ( $\theta_0 \leq \theta$  を含む) の範囲でスキューした時に、だらし部 3 d が鏝面 1 b<sub>1</sub> とぬすみ溝 1 c との境界部 R<sub>1</sub> と接触するため、 $1 \leq \tan^{-1} [\delta / (h_2 - h_3)]$  ° と決定した。これに関して、実際に  $\tan^{-1} [\delta / (h_2 - h_3)] = 1$  ° の製品を用い、後述の試験にて確認を行っている。

#### 【0048】

##### 【実施例】

従来品と本発明品である試験軸受を製作し、回転数と温度上昇の関係を求めると共に、それら試験軸受を試験機にセットし、下記の条件で運転して、円筒ころの端部における摩耗の発生状況を観察した。

#### 【0049】

##### [試験条件]

試験軸受：単列円筒ころ軸受 NN3020K (従来品、本発明品)

回転数：2000 ~ 8000 rpm (最大  $d_n = 80 \times 10^4$ )

内部隙間：-5  $\mu$ m (組込み後のラジアル内部隙間)

潤滑：グリース潤滑

だらし部 3 d の形状 (図 7 参照)： $h_2 / h_1 = 1.05$

$$\tan^{-1} [\delta / (h_2 - h_3)] = 1^\circ$$

#### 【0050】

##### [試験結果]

従来品と本発明品の温度上昇結果を図 8 に示す。従来品は軸受の温度上昇が高く、また、7000 rpm で軸受温度が不安定となったため、試験を継続できなかった。さらに、試験後の軸受を観察したところ、円筒ころ 23 の端面 23 b と面取り 23 c との境界部 R<sub>13</sub>、内輪 21 の鏝面 21 b<sub>1</sub> とぬすみ溝 21 c との境

界面  $R_{11}$  に摩耗が発生しているのが確認された。

#### 【0051】

これに対して、本発明品は軸受温度上昇が低く、安定して  $8000 \text{ rpm}$  での運転が可能であった。このため、 $1000$  時間の運転を行った後、軸受を観察した。円筒ころ 3 の端面 3 b には摩耗が見られず、だらし部 3 d に僅かに内輪 1 の鍔部 1 b と接触したと思われる接触痕 a (図 9 参照) が存在しただけであり、本発明の効果を確認することができた。また、 $\tan^{-1} [\delta / (h_2 - h_3)] = 1^\circ$  である時の本発明の有効性についても確認された。このため、 $\tan^{-1} [\delta / (h_2 - h_3)]$  の下限値を  $1$  と設定した。

#### 【0052】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、円筒ころと鍔部との接触部の発熱や摩耗を抑制して、より高速回転に適した円筒ころ軸受、特により高速回転で運転される工作機械の主軸装置に好適な円筒ころ軸受を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施形態で、円筒ころと内輪の軌道面および鍔部を示す要部拡大断面図である。

##### 【図 2】

工作機械の主軸装置の一構造例を示す断面図である。

##### 【図 3】

本発明の実施形態で、円筒ころ軸受を示す一部省略部分を含む断面図である。

##### 【図 4】

円筒ころと弾性砥石を示す模式図である。

##### 【図 5】

(a) は円筒ころを面 A で切断した時の切断面を示す模式図である。

(b) は従来品において、スキュー角  $\theta = 0^\circ$  の時の円筒ころと鍔部との当たり状態を示す模式図である。

(c) は従来品において、スキュー角  $0 < \theta \leq \theta_T$  の時の円筒ころと鍔部との



当たり状態を示す模式図である。

(d) は本発明品において、スキュー角  $\theta = 0^\circ$  の時の円筒ころと鍔部との当たり状態を示す模式図である。

(e) は本発明品において、スキュー角  $0 < \theta \leq \theta_T$  の時の円筒ころと鍔部との当たり状態を示す模式図である。

#### 【図 6】

本発明の実施形態で、円筒ころの面取りおよびだらし部を示す要部拡大図である。

#### 【図 7】

本発明の実施形態で、円筒ころのだらし部の形状寸法を示すグラフである。

#### 【図 8】

実施例の試験結果で、回転数と温度上昇との関係を示す特性図である。

#### 【図 9】

実施例の試験結果で、だらし部に僅かに鍔部と接触したと思われる痕を示す円筒ころの端面図である。

#### 【図 10】

円筒ころが最大スキュー角  $\theta_{MAX}$  未満のスキュー角  $\theta$  でスキューを起こし、一方の鍔部と接触している状態を模式的に示す図である。

#### 【図 11】

円筒ころの端面と面取りとの境界部が、鍔面とぬすみ溝との境界部と接触している状態を示す図である。

#### 【図 12】

円筒ころの端面と面取りとの境界部が、鍔面と接触している状態を示す図である。

#### 【図 13】

従来の円筒ころ軸受における円筒ころのスキュー角  $\theta$  と、円筒ころと鍔部との接触面圧  $P$  との関係（実線）、および、円筒ころに作用する軸方向推力  $F$  との関係（点線）を示す図である。

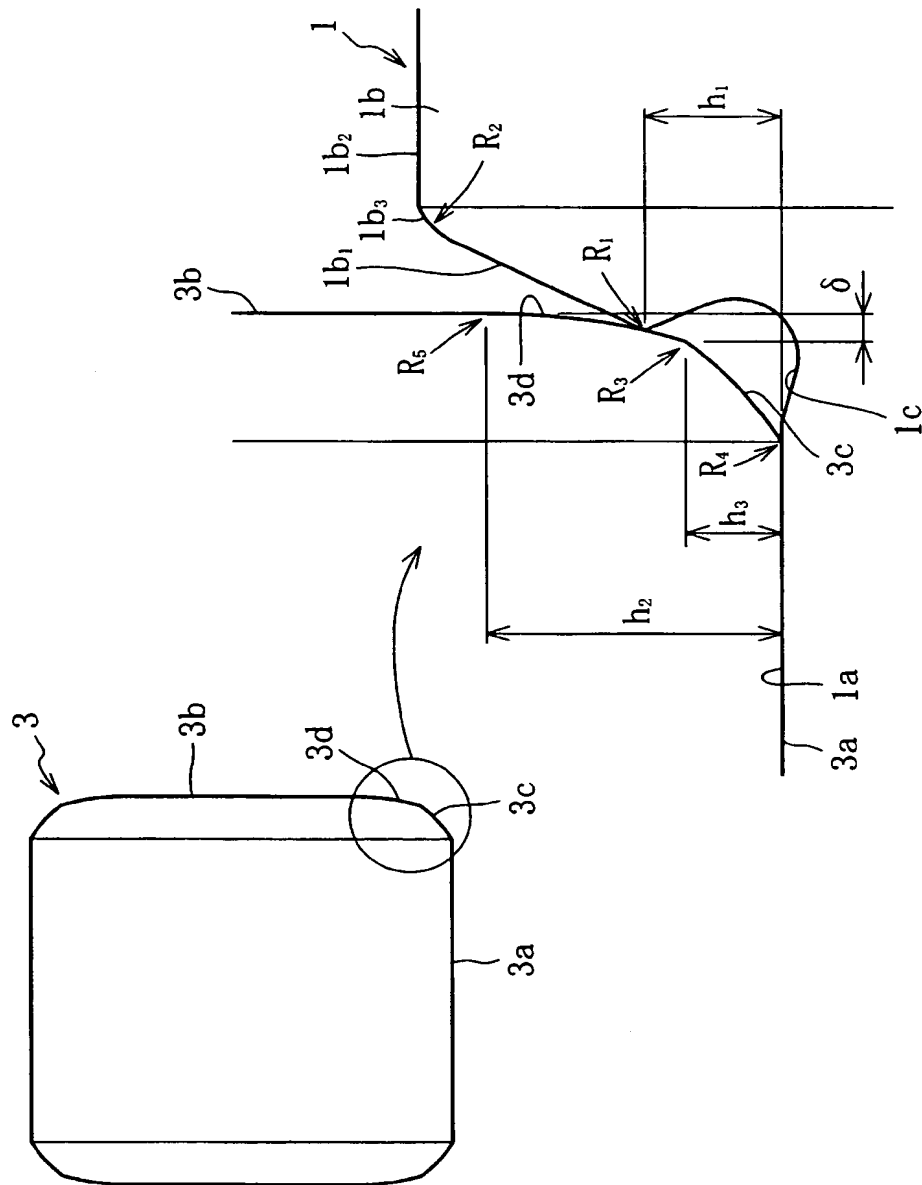
#### 【符号の説明】

- 1 内輪
  - 1 a 軌道面
  - 1 b 鏑部
  - 1 c ぬすみ溝
- 2 外輪
  - 2 a 軌道面
- 3 円筒ころ
  - 3 b 端面
  - 3 c 面取り
  - 3 d だらし部

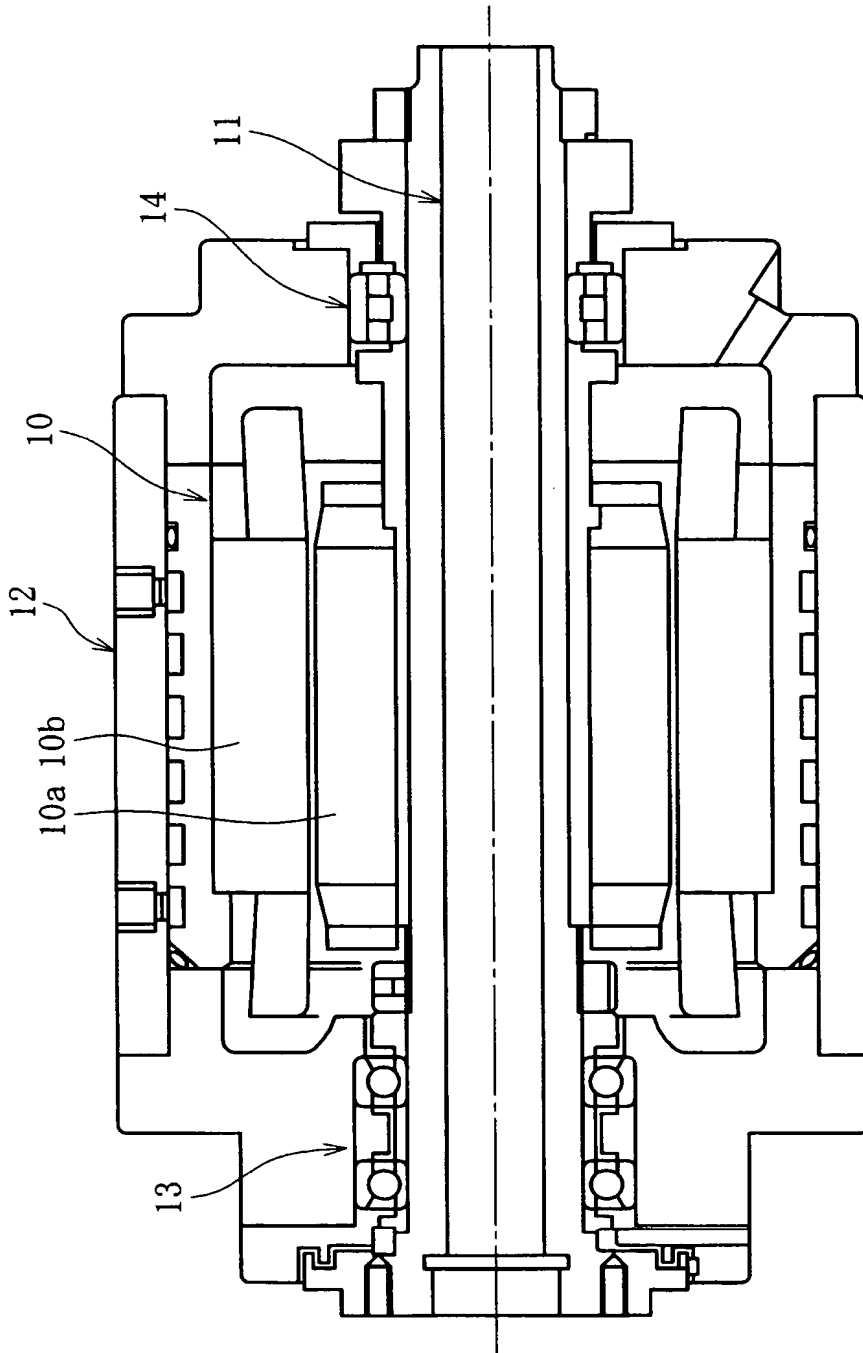
【書類名】

図面

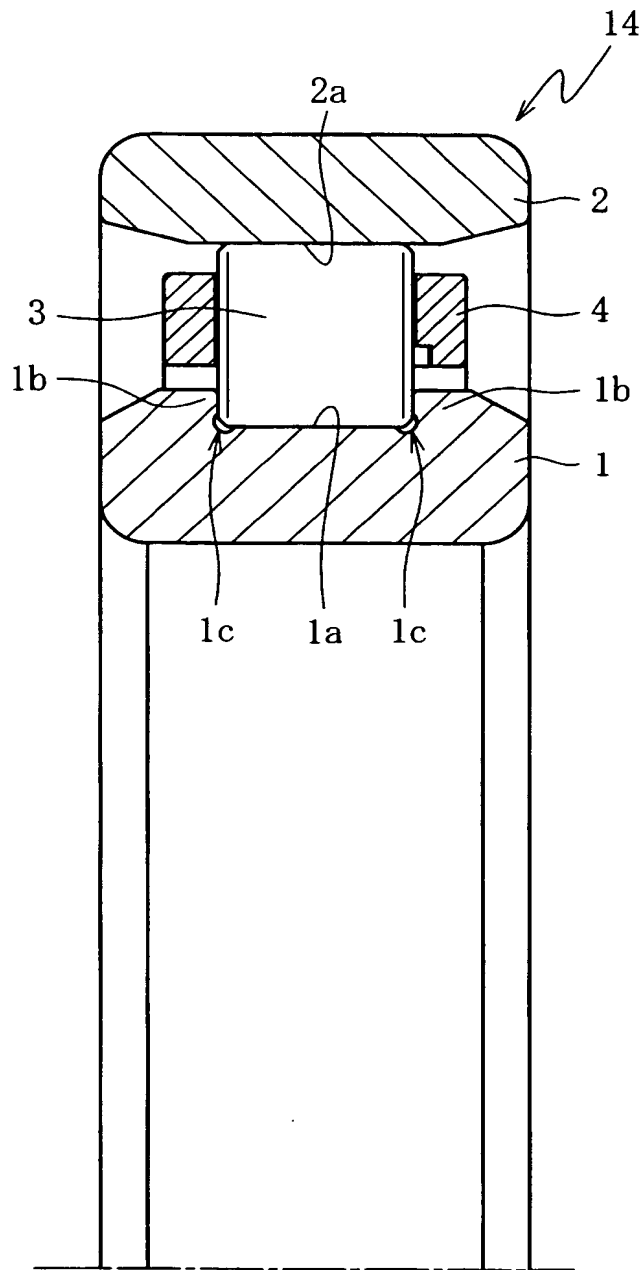
【図1】



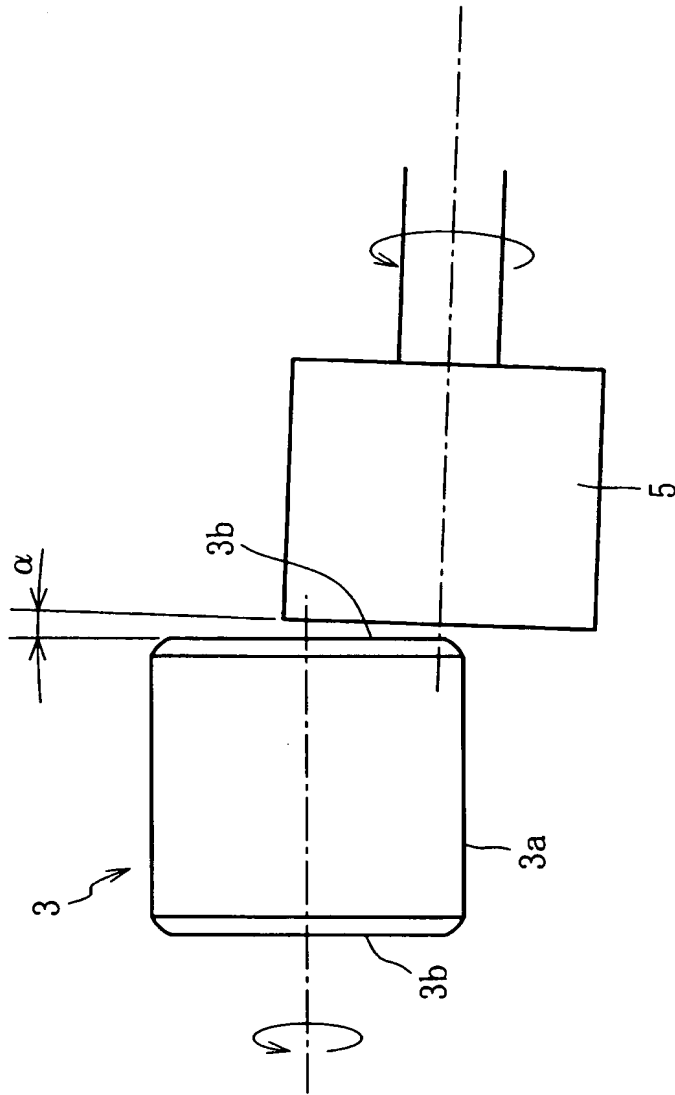
【図 2】



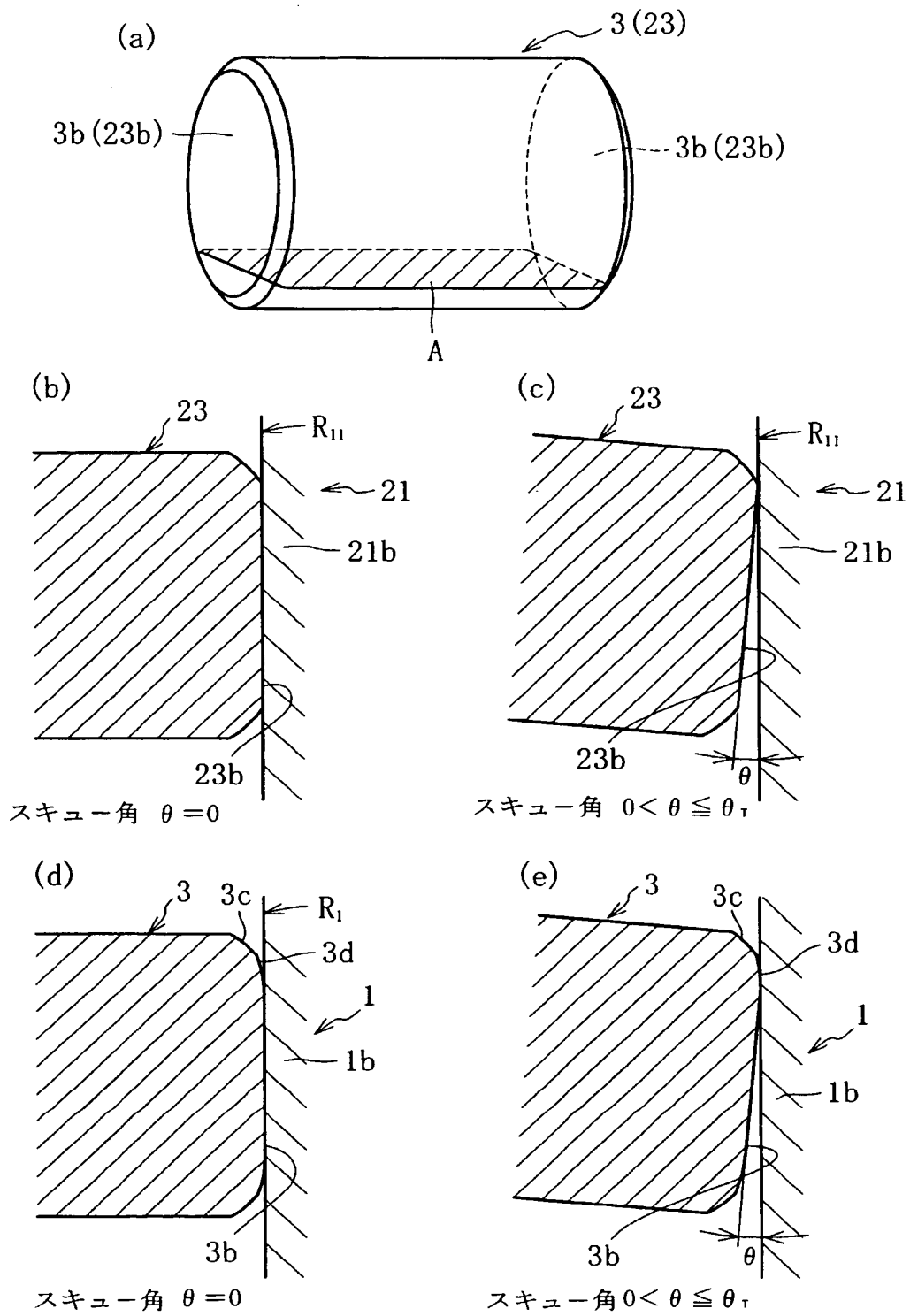
【図 3】



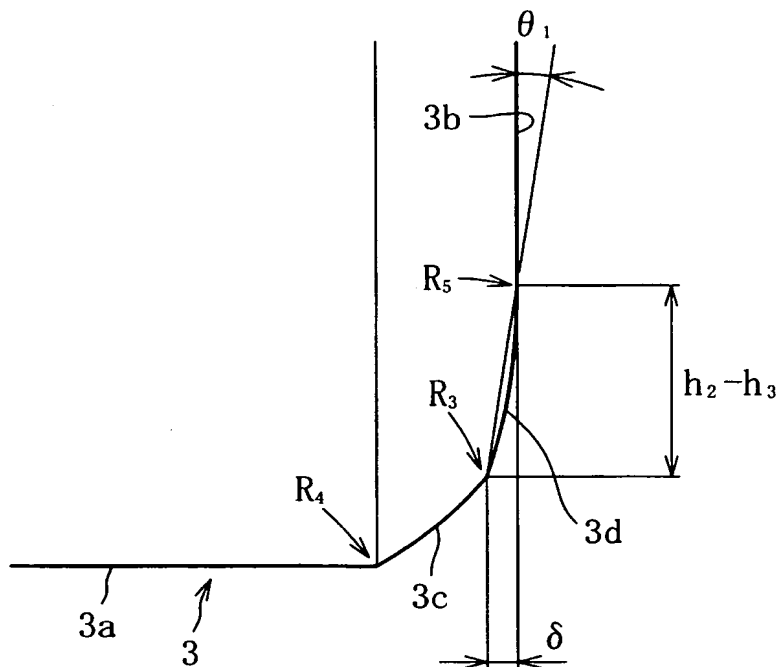
【図4】



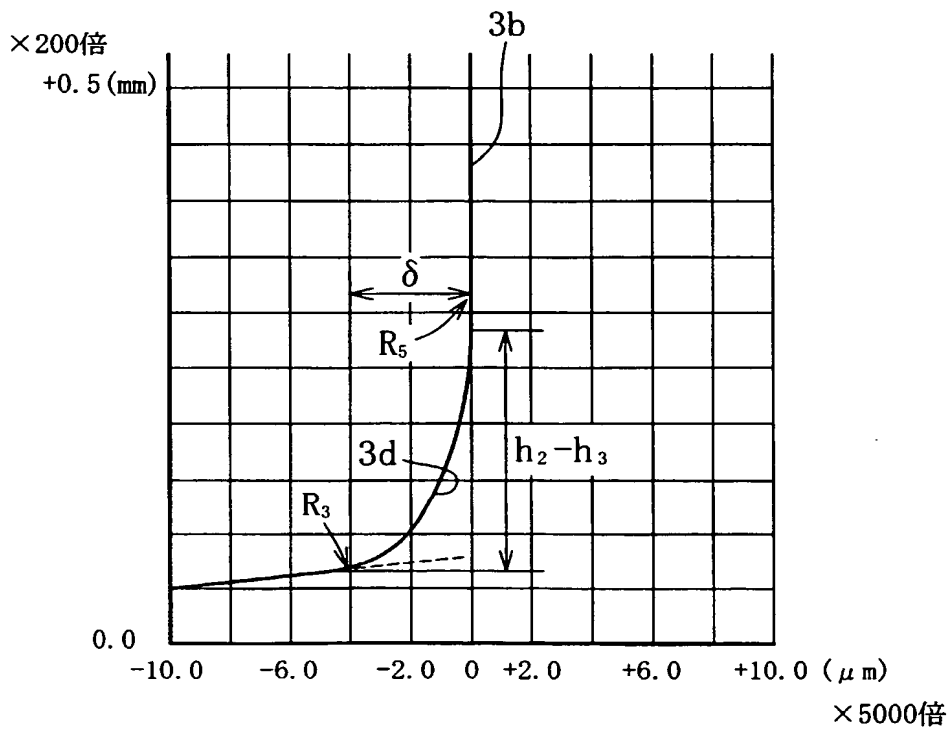
【図 5】



【図6】

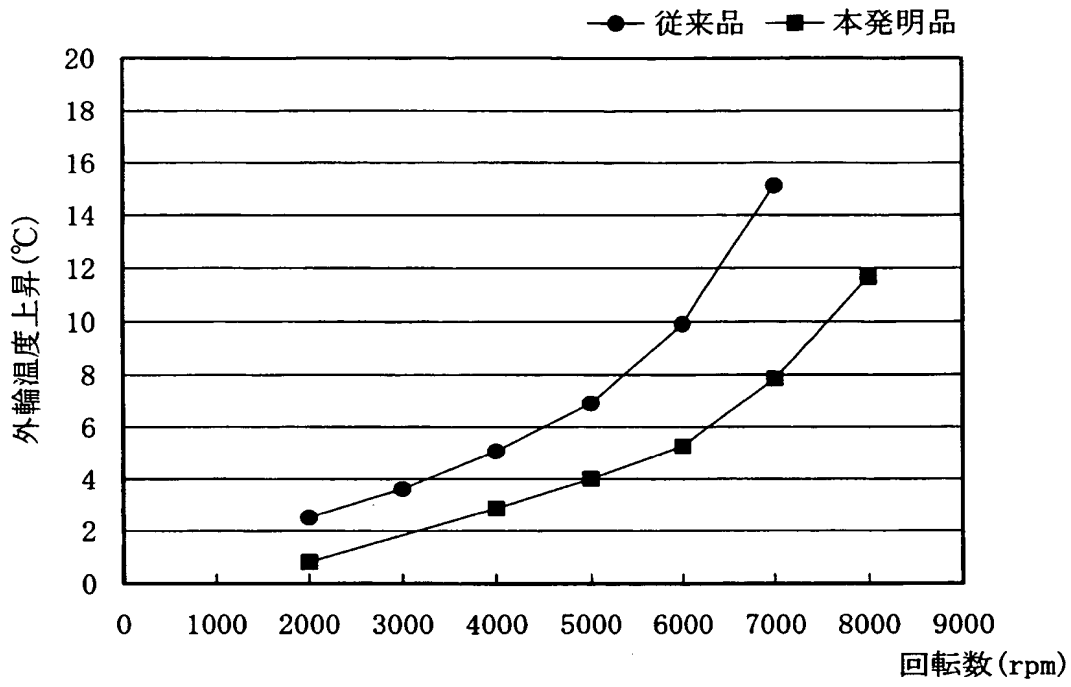


【図7】

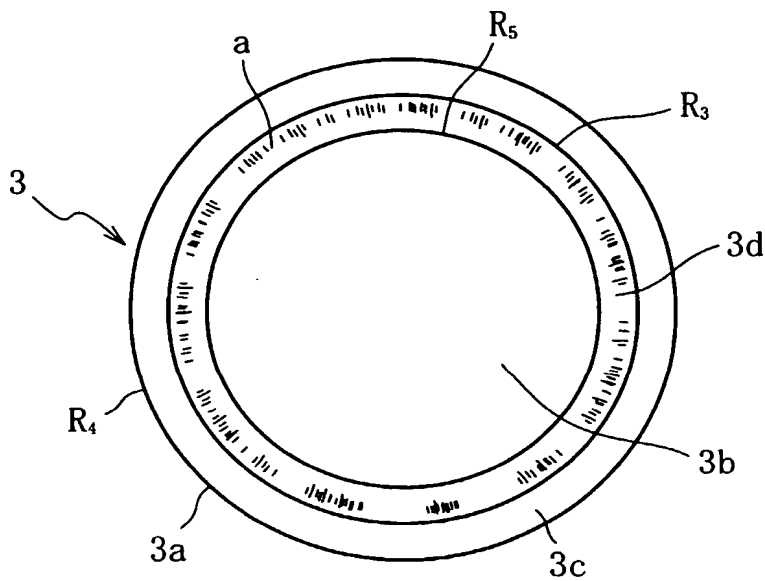




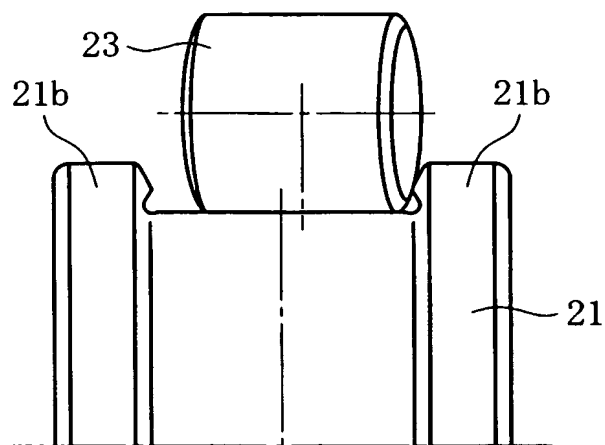
【図 8】



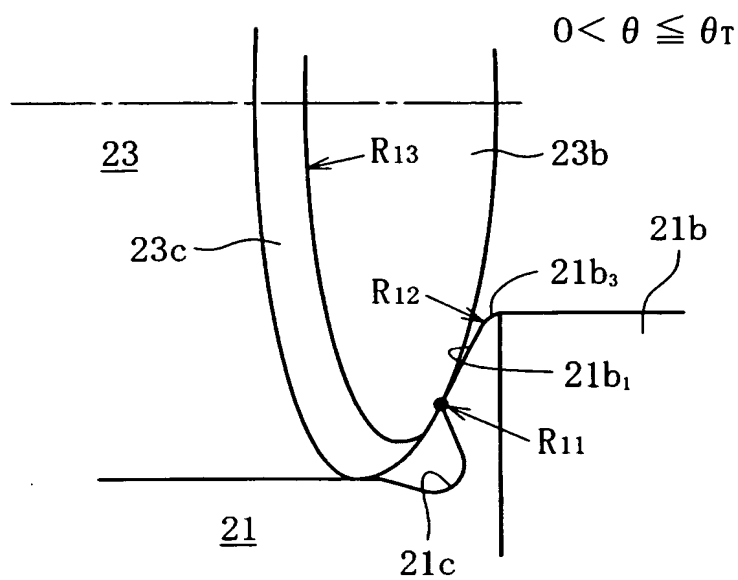
【図 9】



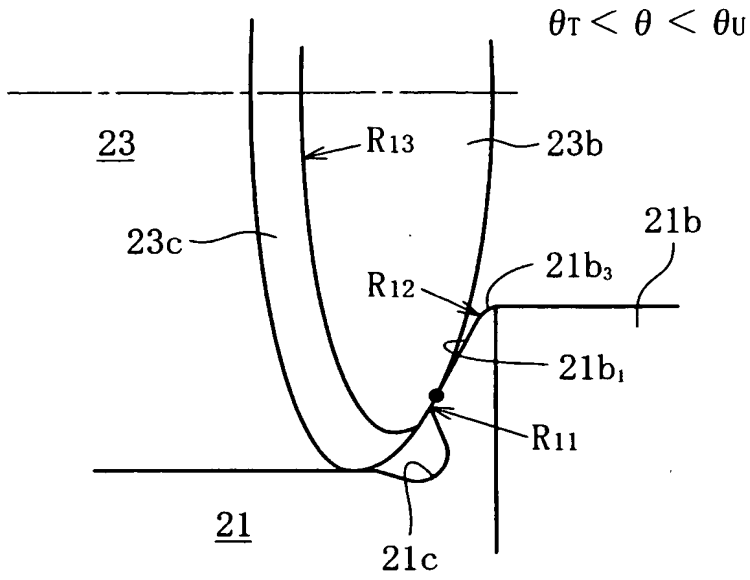
【図 10】



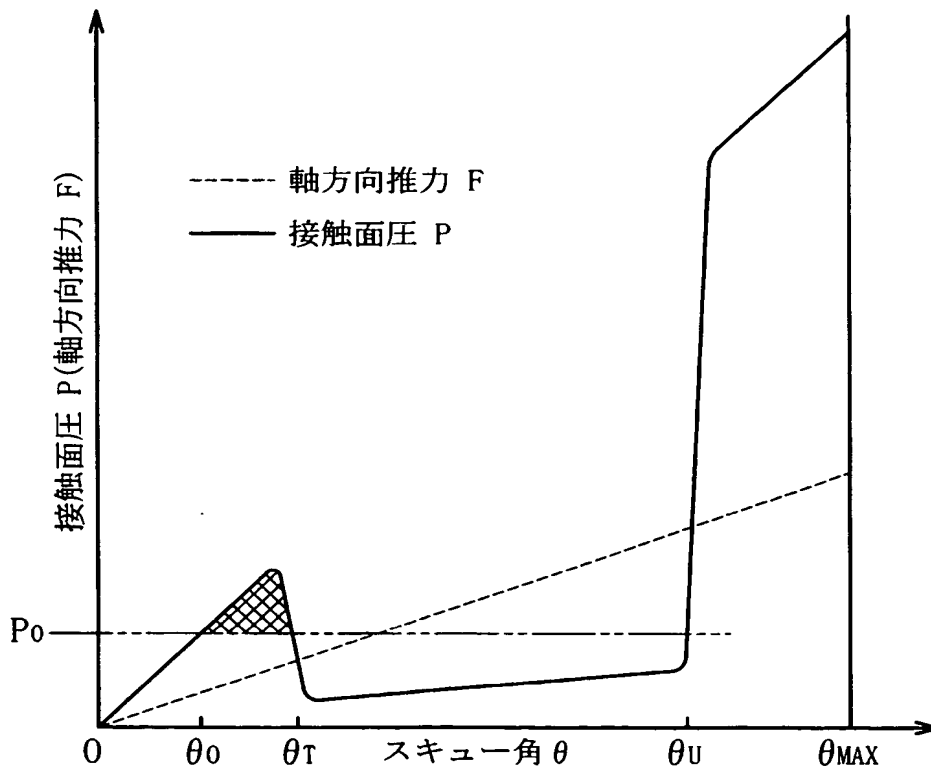
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 円筒ころと鏝部との接触部の発熱や摩耗を抑制して、より高速回転に適した円筒ころ軸受を提供することにある。

【解決手段】 外周に軌道面 1 a を有する内輪 1 と、内周に軌道面を有する外輪と、内輪 1 の軌道面 1 a と外輪の軌道面との間に転動自在に配された複数の円筒ころ 3 とを備え、内輪 1 の軌道面 1 a の両側にそれぞれ鏝部 1 b が設けられ、かつ、両側の鏝部 1 b の鏝面 1 b<sub>1</sub> と軌道面 1 a との間にぬすみ溝 1 c が設けられ、鏝面 1 b<sub>1</sub> がその基端部から先端部まで同一角度で傾斜した円筒ころ軸受において、軌道輪に設けられたぬすみ溝 1 c の軌道面 1 a からの径方向高さ h<sub>1</sub> よりも円筒ころ 3 の面取り 3 c の径方向寸法 h<sub>3</sub> を小さいものとし、円筒ころ 3 の端面 3 b のうち端面の外周縁に近い部分にだらし部 3 d を設ける。

【選択図】 図 1

特願 2003-040077

出願人履歴情報

識別番号

[000102692]

1. 変更年月日

2002年11月 5日

[変更理由]

名称変更

住所

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

氏名

NTN株式会社